

Claims Description**Fine-particle measuring apparatus**

Patent Number: ☐ US5030842  
Publication date: 1991-07-09  
Inventor(s): AKIYAMA MINORU (JP); KOSHINAKA MASAO (JP); TOMODA TOSHIMASA (JP)  
Applicant(s):: MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)  
Requested Patent: ☐ JP3025355  
Application Number: US19900540893 19900620  
Priority Number(s): JP19890161234 19890623  
IPC Classification: G01N21/86  
EC Classification: G01N15/02B ; G01N21/94  
Equivalents: JP2052382C, JP7081958B

**Abstract**

A fine-particle measuring apparatus designed to measure fine particles attached to the surface of a substrate of a semiconductor device set in a processing unit for formation of films, etching, cleaning, etc. and fine particles suspended in the space above the substrate surface by the use of scattering of a laser beam caused by these fine particles. The measuring apparatus comprises a laser light phase modulator for generating two laser beams which have the same wavelength and the phase difference between which is modulated at a predetermined frequency, an optical system which causes the two laser beams to intersect each other within a space containing the fine particles being the objects of measurement, a photodetector which receives light scattered by any of the fine particles in the region which the two laser beams intersect, and converts the received light into an electrical signal, and a signal processor which extracts from the electrical signal based on the scattered light of a signal component whose frequency is the same as or double that of a phase modulating signal for the modulation effected in the laser beam phase modulator and which has a constant phase difference with respect to the phase modulating signal. Thus, it is possible to measure fine particles with high spatial resolving power without substantially disturbing the environment inside the process unit or the process itself.



Data supplied from the esp@cenet database - I2

TOP

E5847

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-25355

⑤ Int.Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)2月4日

G 01 N 21/88  
H 01 L 21/66E 2107-2G  
J 7013-5F  
Z 7013-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 微細粒子測定装置

⑰ 特 願 平1-161234

⑱ 出 願 平1(1989)6月23日

⑲ 発 明 者 越 中 昌 夫 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社  
生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 秋 山 実 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社  
生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 友 田 利 正 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社  
生産技術研究所内

⑳ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 早瀬 憲一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

微細粒子測定装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 半導体装置用基板表面に付着した微細粒子及び浮遊した微細粒子を、レーザ光による散乱を用いて測定する微細粒子測定装置において、

波長が同一で相互の位相差がある所定の周波数で変調された2本のレーザ光を発生させるレーザ光位相変調部と、

上記2本のレーザ光を上記の測定対象である微細粒子を含む空間において交差させる光学系と、

上記2本のレーザ光の交差された領域において測定対象である微細粒子により散乱された光を受光し、電気信号に変換する光検出器と、

この散乱光による電気信号の中で上記レーザ光位相変調部での位相変調信号と周波数が同一または2倍で、かつ上記位相変調信号との位相差が時間的に一定である信号分を取り出す信号処理部とを備えたことを特徴とする微細粒子測定装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は成膜、エッチング、洗浄等のプロセス装置に存在する微細粒子(異物)の測定を行うための微細粒子測定装置に関し、例えばウエハの異物検査装置に関するものである。

(従来の技術)

第3図は例えば特公昭63-30570号公報に示された第1の従来例である微細粒子測定装置を示す構成図であり、ウエハ表面上に付着した微細粒子を測定するためのものである。図において、1は測定される半導体装置用基板(ウエハ)、2は微細粒子、3はレーザ光源(平行光線発生用光源)、4は偏光子、5は対物レンズ、6は光を電気信号に変換する光検出器、7は光検出器6からの出力情報を処理し、微細粒子の測定結果を得るための電子回路装置、8はウエハの位置を動かすための駆動機構である。

次に第1の従来例の動作について説明する。

レーザ光源3から出射されたレーザ光をウエハ

表面に平行に照射させる。この時、例えばS偏光のレーザ光を用いている。S偏光のレーザ光は微細粒子2により散乱されるが、微細粒子の表面には微小な凹凸があるために、散乱光はP偏光成分を多く含んだ光となる。一方、測定雰囲気中の媒質は通常空気中の気体であるが、気体分子によるレーリ散乱光はP偏光成分を含まない。従って、S偏光成分を遮断するように配置した偏光子4により、気体分子による散乱光は遮断され、対物レンズ5を介して微細粒子からの散乱光のうちのP偏光成分のみが光検出器6により受光され、電子回路装置7で測定結果が得られる。駆動機構8はウエハ表面上の微細粒子の分布を測定するために設けられている。

また、第4図は例えば文献エイ・シンタニ等、ジャーナル オブ エレクトロケミカル ソサイエティ (A. Shintani et al: J. Electrochem. Soc. ) 124 No.11 (1977)1771 に示された、第2の従来例である微細粒子測定装置を示す構成断面図であり、図において、3はレーザ光源、9は受光

レンズ系10により空間的に限定され、かつ測定されるべき微細粒子を含む観測空間領域、6は光検出器、11は測定装置内の迷光を極力抑えるためのオブティカルトラップである。

本従来例の装置はキャピラリ(管)を用いてプロセス装置と接続して使用し、プロセス装置内の微細粒子を含んだ気体を吸引することにより、間接的にプロセス装置内の微細粒子を測定するものである。

また第5図(a)、(b)は第3の従来例であるインシチュ パーティクル フラックス モニター (In-Situ Particle Flux Monitor) の動作原理を示すそれぞれ平面図及び正面図である。

レーザ光源3からのレーザ光を平行に配置されたミラー21間で多数回反射を繰り返すことにより、2次元の観測空間領域を拡大している。この空間領域を微細粒子2が通過する際に散乱光が生じ、この散乱光を光検出器6で受けることにより微細粒子の測定を行なう。なお、22は反射集光板、23はビームストッパである。本装置はプロ

セス装置内に設置されて用いられる。

(発明が解決しようとする課題)

第1の従来例における微細粒子測定装置は以上のように構成されているので、微細粒子の表面に少なくともレーザ光の波長より十分小さいとはみなせない程度の微小な凹凸が存在することが必要であり、凹凸の少ない滑らかな微細粒子やより粒径の小さい微細粒子に対しては測定が困難であるなどの問題点があった。またS偏光のレーザ光の代わりにP偏光ないしは非偏光のレーザ光を用いると測定は可能であるが、測定雰囲気中の気体によるレーリ散乱光(P偏光)を偏光子4によって遮断することができないので、S/N比を上げることができず、より粒径の小さい微細粒子の測定は困難であった。また、本従来例の装置はプロセス装置内の微細粒子測定をめざしたものではなく、オフライン検査用の装置であるので、ウエハから極めて近い距離に偏光子及び対物レンズ(顕微鏡を構成)を配置し、観測空間領域の限定をはかっているが、プロセス装置内の測定への適用は困難

であった。

第2の従来例における微細粒子測定装置はプロセス装置内に装着されたウエハ表面上の微細粒子は測定できず、またプロセス装置内の浮遊した微細粒子についても該微細粒子のうちうまく吸引できかつ本測定装置内にうまく輸送できたものしか測定できないという問題点があった。

第3の従来例における微細粒子測定装置は、浮遊している微細粒子は測定できるが、ウエハ表面上に付着したものについては測定できない。また、レーザ光源、ミラー、光検出器等の光学系をプロセス装置内に設置することになるので、例えば常圧熱CVDによる成膜プロセスを例にとると、高温に加熱されたウエハ上ないしは直上付近の浮遊微細粒子を成膜中に測定することは困難であるし、また非成膜時においても本装置の設置はウエハ近傍の、例えばガスの流れ、温度分布等の環境を大きく変える要因となる。また、エッチングや洗浄のプロセスにおいても大きな外乱を生じることなしに測定を行なうことは困難である。さらに、本

装置の測定方式では雰囲気媒質である気体のレーリ散乱光に起因した信号、即ちバックグラウンドを除去する手段を講じていないので、微細粒子に起因した散乱光が前者のバックグラウンドに埋もれてしまうような散乱光強度の弱い、つまりは粒径の小さい微細粒子については測定が困難であった。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、成膜、エッチング、洗浄等のプロセス装置内に装着されたウエハ表面上に付着した微細粒子、及びウエハ上の空間に浮遊した微細粒子を、プロセス装置内の環境あるいはプロセスそのものに大きな外乱を与えることなしに、高い空間分解能で計測することのできる微細粒子測定装置を得ることを目的とする。

(課題を解決するための手段)

この発明に係る微細粒子測定装置は、波長が同一で相互に位相差がある所定の周波数で変調された2本のレーザ光を発生させるレーザ光位相変調部と、上記2本のレーザ光を上記の測定対象であ

る微細粒子を含む空間において交差させる光学系と、上記の2本のレーザ光の交差された領域において測定対象である微細粒子により散乱された光を受光し電気信号に変換する光検出器と、この散乱光による電気信号の中で上記レーザ光位相変調部での位相変調信号と周波数が同一または2倍で、かつ上記位相変調信号との位相差が時間的に一定である信号分を取り出す信号処理部とを備えたものである。

(作用)

本発明においては、上記構成としたから、レーザ光に起因する以外の迷光の寄与が測定信号から除去されるとともに、測定空間領域を2本のレーザ光の交差した領域に限定でき、 $S/N$ が高く、かつ空間分解能の高い測定ができる。さらには、その限定された測定空間領域内にあってもその領域内の雰囲気媒質が均質とみなせる範囲では、その雰囲気媒質のレーリ散乱光に起因した信号成分をも除去することができ、測定における外乱要因を十分に抑制した上での微細粒子の高空間分解能

の測定が可能となる。

また2本のレーザ光の交差領域をプロセス装置内で移動させることより、ウエハ表面においては付着した微細粒子の2次元分布が、ウエハ上の空間においては浮遊した微細粒子の3次元分布が得られる。

(実施例)

以下、この発明の一実施例を図について説明する。

第1図において、1はプロセス装置12内に装着された半導体装置用基板(ウエハ)、2はウエハ1の表面上に付着した微細粒子、3はレーザ光源、23はレーザ光のP偏光成分とS偏光成分の間にある所定の周波数で変調された位相差を与えるレーザ光位相変調部、24はP偏光成分とS偏光成分の2本のレーザ光に分岐する偏光ビームスプリッタ、4は偏光子、6は2本のレーザ光の交差された領域、つまり測定空間領域にある微細粒子2によって散乱されたレーザ光を偏光子4を通して受光し、電気信号に変換する光検出器、25

は光検出器6の出力である電気信号の中でレーザ光位相変調部23での位相変調信号と周波数が同一または2倍で、かつ位相変調信号との位相差が時間的に一定である信号分を取り出す信号処理部で、例えばロックインアンプである。また、26はプロセス装置12内を通過して出てきた2本のレーザ光の合成波を受光して電気信号に変換する光検出器で、光検出器6と同様のものである。27は光検出器26の出力である電気信号の中で、レーザ光位相変調部23での位相変調信号と周波数が同一又は2倍で、かつ位相差が時間的に一定である信号分を取り出す信号処理部であり、例えばロックインアンプで信号処理部25と同様のものである。

なお、この光検出器26と信号処理部27を中心に構成された測定部分は本発明の測定装置の動作をモニタ管理するためのもので、本発明の測定原理の本質に関わるものではない。28は信号処理部25からの信号をもとに、信号処理部27からの信号を考慮して微細粒子の情報を得るデー

処理部である。

次に動作について説明する。レーザ光源3から出射されたレーザ光はレーザ光位相変調部23および偏光ビームスプリッタ24により相互の位相差がある所定の周波数で変調された2本のレーザ光に分歧された上で、プロセス装置12内に装着されたウエハ1の表面に照射されるか、あるいはウエハ1の表面上の空間を通過する。この際、2本のレーザ光をウエハ1表面ないしは表面上の空間で交差させると、その交差領域に干渉じまが形成される。

第2図(a)はこの様子を説明するためのもので、29及び30は2本のレーザ光のそれぞれであり、31は交差領域、32は形成された干渉じま、2は測定されるべき微細粒子である。干渉じま32はレーザ光29とレーザ光30の相互の位相差がある所定の周波数で変調されているので、その変調と同期して位置が移動する。従って第2図(b)に示すように、干渉じまの強度の位置に関する分布が微細粒子の位置で周期的に移動するので、微細

粒子による散乱光は2本のレーザ光位相差の変調信号と同期することになる。従って第1図において、微細粒子からの散乱光を光検出器6で電気信号に変換し、その信号の中から信号処理部25によりレーザ光位相変調部23での位相変調信号と周波数が同一または2倍で、かつ位相差が時間的に一定である信号分を取り出すことにより、微細粒子を測定することができる。一方、2本のレーザ光の交差領域内に、微細粒子の測定を妨害する雰囲気媒質によるレーリ散乱光があっても、その雰囲気媒質が干渉じまの移動する範囲内で均質とみなせる範囲ではそのレーリ散乱光による信号成分を除去できる。ゆえに、従来例に比較して飛躍的に高いS/N比と高い空間分解能を持ってより粒径の小さい微細粒子を測定することができる。

なお、上記実施例ではプロセス装置内の微細粒子に限定して説明したが、この測定装置に用いた方法をプロセス装置とは切り離され、測定のみを考慮して設計された測定装置に適用できるのはいうまでもなく、ウエハ表面の異物検査装置に適用

しても十分な効果がある。

また以上はウエハ表面ないしはウエハ表面上の空間の一部の領域のみの微細粒子の測定について説明したが、第1図において、2本のレーザ光の交差領域をプロセス装置12内の所望の位置に移動させる機構を付与することにより、容易にウエハ1表面についてはウエハ表面に付着した微細粒子の2次元分布を、ウエハ1表面上の空間については浮遊している微細粒子の3次元分布を測定することができる。

また、さらに第1図においては波長が同一で相互の位相差がある所定の周波数で変調された2本のレーザ光を発生させるために、レーザ光位相変調部23でレーザ光のP偏光成分とS偏光成分の間の位相差を変調した後に偏光ビームスプリッタ24で2本のレーザ光に分歧したが、先にレーザ光を2本に分歧してから一方のレーザ光に位相変調を与えてもよく、上記と同様の効果が得られるのはいうまでもない。

(発明の効果)

以上のように、この発明によれば波長が同一で相互の位相差がある所定の周波数で変調された2本のレーザ光を発生させるレーザ光位相変調部と、上記2本のレーザ光を上記の測定対象である微細粒子を含む空間において交差させる光学系と、上記の2本のレーザ光の交差された領域において測定対象である微細粒子により散乱された光を受光し、電気信号に変換する光検出器と、この散乱光による電気信号の中で上記レーザ光位相変調部での位相変調信号と周波数が同一または2倍で、かつ上記位相変調信号との位相差が時間的に一定である信号分を取り出す信号処理部とを備えたので、プロセス装置内に装着された半導体装置用基板表面上の微細粒子及び上記基板表面上の空間に浮遊した微細粒子をプロセス装置の環境やプロセスそのものに大きな外乱を与えることなしに、高いS/N比と高い空間分解能を持って測定でき、しかもより粒径の小さい微細粒子を測定できる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

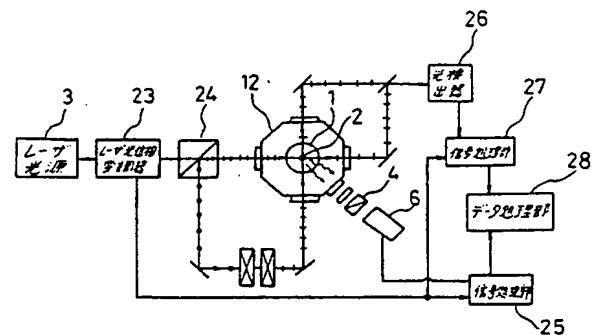
第1図はこの発明の一実施例による微細粒子測定装置を示す断面側面図、第2図(a)、(b)はこの発明の測定原理を説明するための概略図、第3図は第1の従来例の微細粒子測定装置の動作原理を示す構成図、第4図は第2の従来例の微細粒子測定装置の動作原理を示す断面図、第5図(a)および(b)は第3の従来例の微細粒子測定装置の動作原理を示す平面図および正面図である。

1…ウエハ、2…微細粒子、3…レーザ光源、4…偏光子、5…対物レンズ、6…光検出器、7…電子回路装置、8…ウエハの駆動機構、9…測定されるべき微細粒子を含む観測空間領域、10…受光レンズ系、11…オブティカルトラップ、12…プロセス装置、21…ミラー、22…反射集光板、23…ビームストッパ、24…偏光ビームスプリッタ、25…信号処理部、26…光検出器、27…信号処理部、28…データ処理部。

なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

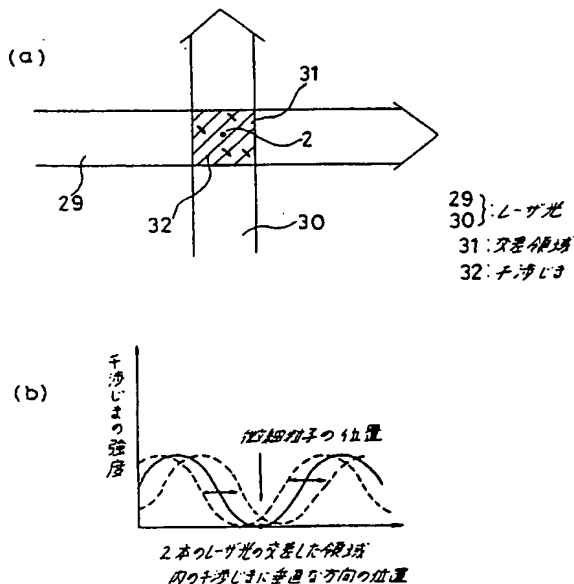
代理人 早 瀬 憲 一

第1図

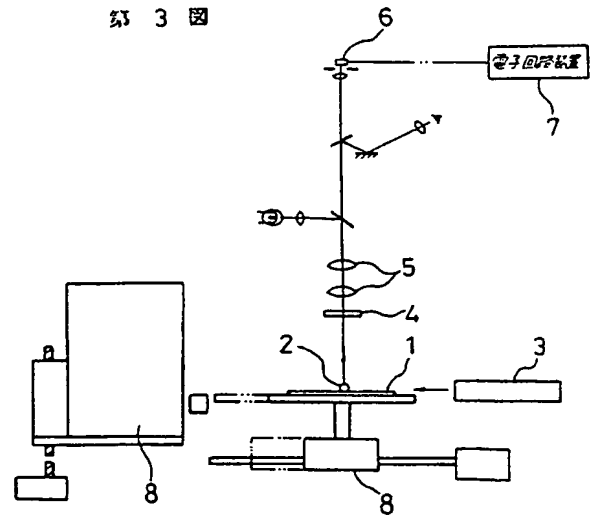


- 1: ウエハ  
2: 微細粒子  
3: レーザ光源  
4: 偏光子  
5: 対物レンズ  
6: 光検出器  
12: プロセス装置  
24: 偏光ビームスプリッタ

第2図

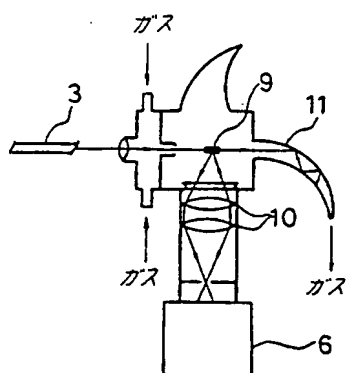


第3図



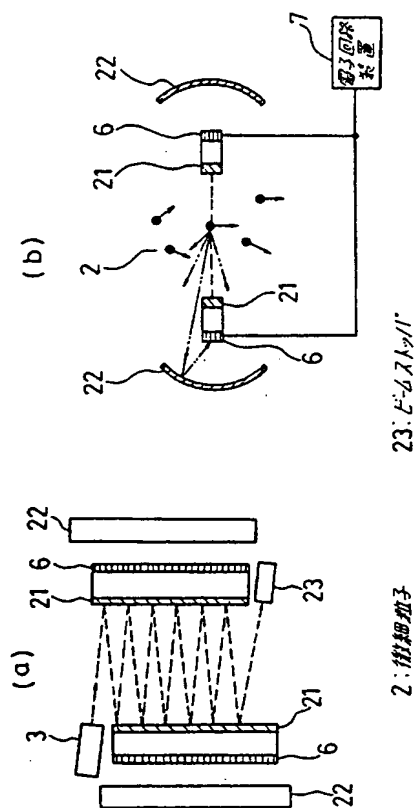
- 1: ウエハ  
2: 微細粒子  
3: レーザ光源  
4: 偏光子  
5: 対物レンズ  
6: 光検出器  
8: 駆動機構

第 4 図



- 3: レーザ光源
- 6: 光検出器
- 9: 観測空間領域
- 10: 受光レンズ系
- 11: オプティカルトラップ

第 5 図



- 2: 微細粒子
- 3: レーザ光源
- 6: 光検出器
- 21: ビーム
- 22: 反射鏡